火災統計データに基づく火災拡大危険評価法

A STUDY ON RISK OF FIRE SPREAD BASED ON THE FIRE STATISTICS DATA

佐藤 博臣*, 村井 裕樹**, 志田 弘二***, 栗岡 均****

Hiroomi SATOH, Hiroki MURAI, Kouji SHIDA
and Hitoshi KURIOKA

It is taken up fire damage area as a parameter about fire damage from the fire statistics data, grasped the distribution characteristic, and analyzed the influence which factors, such as a situation of the building management, the equipment for fire fighting, etc., have on fire damage area expansion of a fire building for several building use. It could use for evaluation of the item which influences expansion and control of a fire, and the fire damage deterrence effects, such as evaluation of the size of the influence, and equipment or the regulation effect by the statute, and for the fire risk assessment of a building further.

The size of the item which influences expansion and control of a fire, and influence was analyzed by comparing the cumulative frequency distribution of the fire damage area created according to the situation of fire prevention building classification, structure, management, equipment, etc. using the coefficient of regression. If the result of this paper is examined still in detail, it may be applicable to evaluation of the fire damage deterrence effects, such as equipment, or the regulation, and also the fire risk assessment of a building.

Keywords : Fire, Statistics data, Fire damage area, Logarithm frequency distribution, Fire risk

火災、統計データ、焼損面積、対数度数分布、火災リスク

1 背景・目的

火災損害の大きさは、建築物の用途（防火対象物区分など）や使われ方、防火対策が複雑に影響する。これに対し、火災統計に基づき防火対象物の火災危険性に応じた合理的な防火安全対策手法の構築にかかわる、日常管理状況や消防用設備の設置状況などが奏功する初期火災の火災シナリオモデルの確立を目指した研究は多くなく、関沢らの火災統計分析^{1) 2)}、野崎らの研究^{9) 10) 12)}に留まり、また超過確率分布を用いたものが多く、より多くの人が活用するには専門性が高い。本研究では、貴重な過去の火災事故データ群から、個々の防火対策が有する損害抑止効果を理解しやすい形で定量化することを目的としている。

具体的には、統計データとして蓄積されたデータの中から、火災損害に関するパラメータとして焼損床面積をとりあげ、その分布特性を把握し、建物用途ごとに、火災前の日常管理や消防用設備等の整備状況が、火元建物の焼損床面積拡大に対して奏効しているか不奏効かを分析し、有意な結果が出るのか、その結果が工学的に利用できるのかを把握することである。なお、その過程で分析手段として焼損床面積に対する回帰式を使用しているが、既往の火災事例における損害の把握のための焼損床面積の平均値や最大値を推計することは目的としていない。これにより、火災の拡大や抑制に影響す

る項目とその影響の大きさの評価、設備等の火災損害抑止効果や法令による規制効果の評価に利用できるものと考えた。

2 使用データと分析方法

本研究では、火災報告^{注1)}に基づく火災データを使用した。対象は、1996年から2002年の7年間^{注2)}の、防火対象物に関する火元建物データである。抽出条件と抽出理由及び分析対象の火災件数を図1に示す。

抽出に用いた条件	火災件数
全火災(1996年～2002年)	428826
建物火災(火災種別)	
: 本研究では建物火災を対象とするため	237469
爆発でない(爆発現象の状況)	
: 焼損床面積を分析対象とするため	236563
防火対象物火災	
: 本研究では防火対象物を対象とするため	105014
建築構造の記述あり	
: 耐火性の差異を明確にするため	97752
建築面積>0、延面積>0	
: 焼損床面積が必ず0㎡となるため	97450
出火原因が放火・放火の疑い以外	
: 出火原因として特殊なため	74828

図1 分析対象の抽出条件^{注3)}

* イー・アール・エス 博士(工学)
** 日本大学大学院理工学研究科 研究生・博士(工学)
*** 名古屋市立大学大学院芸術工学研究科 教授・工博
**** 鹿島技術研究所 博士(工学)

Engineering & Risk Services Corp., Dr. Eng.
Research Student, Nihon Univ., Dr. Eng.
Prof., Nagoya City Univ., Dr. Eng.
Kajima Technical Research Institute, Kajima Corp., Dr. Eng.

災害の頻度と規模の特徴を示す場合、超過確率分布で論ずることが多く見られるが、火災は他の自然災害に比べて、防火区画による最大焼損床面積の制限、日常管理や消火活動など人的な影響も強く、被害にある程度の上限があり、従来、超過確率分布で直線性を有していた他の自然災害とは性格を異にすると考えられる。そのため、本論文では、その工学的な意味の把握のため、累積相対度数分布で解析を進めることにし、さらにその意味するところを簡易に表現するため、累積相対度数の対数回帰^{注4)}により代表値の有効性を提示した。

3 用途別出火率と焼損床面積の傾向

分析対象とした防火対象物の出火率（1000 防火対象物あたり）、火災件数、焼損床面積の基本統計量を表1に示す。

・火災件数：「共同住宅等」（25243 件）が非常に多く、次いで「特定複合用途」（12526 件）、「工場・作業場（以下、「工場等」と略す）」（12269 件）が多い。防火対象物全体に占める割合は、「共同住宅等」で約 34%、これら 3 防火対象物で約 67%である。一方、「地下街」（1～7 件）、「文化財」（10 件）、「航空機格納庫」（16 件）が少ない。

・焼損床面積：平均値は、「事業場（その他）」（96.5 m²）、「倉庫」（94.0 m²）、「工場等」（89.8 m²）、「神社・寺院等」（80.3 m²）が大きい。最大値は、「工場等」（21370.0 m²）が非常に大きく、次いで「倉庫」（8296.6 m²）、「事業場（その他）」（4352.0 m²）、「物品販売店舗等」（4025.0 m²）である。

以上の結果より、出火率、火災件数、焼損床面積の大きさなどの特徴を踏まえ、また社会的にも主要な用途であることも考慮し、以下では、「事業場（事務所）（以下、「事務所」と略す）」「共同住宅等」「物品販売店舗等」「病院等」「工場等」を取上げ詳細に分析を行う。

4 累積相対度数分布による建物用途ごとの焼損床面積の傾向

焼損床面積の分布特性を分析するため、焼損床面積に関する火災件数の累積相対度数グラフを作成し^{注5)}、「事務所」（図2）、「共同住宅等」（図3）、「物品販売店舗等」（図4）、「病院等」（図5）、「工場等」（図6）に建築構造ごと示す。火災報告では建築構造は6分類であるが建築材料の耐火性に着目し表2に示す2分類で整理する^{注6)}。

4.1 建物用途ごとの分析

(1) 事務所（図2）

建築構造による焼損床面積の分布特性に大きな差があり、建物構造の耐火性能が高い場合、大規模火災になりにくい傾向が顕著である。「非木質系建築物（以下「非木質系」と略す）」では、焼損床面積 1 m²以下が約 70%、10 m²以下が約 80%となり、100 m²以下が約 95%である。「木質系建築物（以下「木質系」と略す）」では、1 m²以下が約 40%、10 m²以下が約 55%、100 m²以下が約 85%である。1 m²以下の累積相対度数は、「木質系」「非木質系」とともに「工場等」とほぼ同じであるが、焼損床面積の拡大に従う累積相対度数の上昇度合は「事務所」のほうが傾きが大きく、焼損床面積が拡大しにくい。これは、「事務所」には、防火区画を構成する以外にも、雑壁や鋼製家具など火災拡大に対して一定の抑制効果を持つものが多いことも理由と考えられる。

(2) 共同住宅等（図3）

建築構造による焼損床面積の分布特性の差が他の防火対象物に比

表1 防火対象物の基本統計量

	出火率*	件数			焼損床面積(m ²)		
		合計	木質系	非木質系	平均	最大	標準偏差
合計		74828	27538	47290			
1 (01)イ 劇場等	5.2	69	35	34	40.4	687.0	105.5
2 (01)ロ 公会堂等	1.1	313	179	134	50.1	1850.0	143.6
3 (02)イ キャバレー等	24.4	143	85	58	34.9	473.0	67.6
4 (02)ロ 遊技場等	7.1	508	137	371	36.4	688.0	101.6
5 (03)イ 料理店等	5.1	192	124	68	57.8	772.0	131.9
6 (03)ロ 飲食店	8.4	3339	2096	1243	27.3	1804.0	75.1
7 (04) 物品販売店舗等	3.5	1951	738	1213	42.2	4025.0	168.7
8 (05)イ 旅館・ホテル等	2.3	1061	460	601	50.4	2776.0	171.0
9 (05)ロ 共同住宅等	4.8	25243	8302	16941	13.0	2095.0	44.3
10 (06)イ 病院等	2.5	583	79	504	11.7	875.0	65.2
11 (06)ロ 社会福祉施設等	2.0	414	76	338	8.1	310.0	35.6
12 (06)ハ 幼稚園等	1.0	70	27	43	26.0	691.0	106.6
13 (07) 学校	3.1	1384	163	1221	22.7	1990.0	122.7
14 (08) 図書館等	0.8	36	14	22	40.0	403.0	96.4
15 (09)イ 特殊浴場	7.5	41	12	29	17.3	141.0	32.2
16 (09)ロ 公衆浴場	2.6	83	59	24	59.2	1608.0	187.7
17 (10) 停車場等	10.9	136	51	85	3.2	100.0	13.5
18 (11) 神社・寺院等	2.9	613	552	61	80.3	1409.0	158.3
19 (12)イ 工場・作業場	4.3	12269	4316	7953	89.8	21370.0	379.8
20 (12)ロ スタジオ	25.1	35	11	24	51.4	549.0	115.6
21 (13)イ 駐車場	2.3	334	114	220	21.0	469.0	50.3
22 (13)ロ 航空機格納庫	0.0	16	12	4	38.9	198.0	67.6
23 (14) 倉庫	2.5	3330	1906	1424	94.0	8296.0	300.1
24 (15) 事業場(官公庁)		379	68	311	20.2	1743.0	109.1
25 (15) 事業場(事務所)	2.2	1587	571	1016	26.1	1006.0	72.5
26 (15) 事業場(その他)		1503	708	795	96.5	4352.0	302.8
27 (16)イ 特定複合用途	7.1	12526	3587	8939	21.4	1640.0	74.4
28 (16)ロ 非特定複合用途	5.9	6648	3043	3605	30.0	2241.0	92.2
29 (16の2) 地下街(指定)		7	1	6	0.6	4.0	1.5
30 (16の2) 地下街(その他)	46.9	3	1	2	1.0	3.0	1.7
31 (16の3) 準地下街	0.0	1	0	1	0.0	0.0	—
32 (17) 文化財	0.6	10	10	0	45.3	193.0	75.0
33 (18) アークード	0.0	1	1	0	96.0	96.0	—

(*)消防白書(平成13年版)より防火対象物数のデータを使用。

防火対象物数は延床面積150m²以上の建物の数。

(出火率)=(出火件数)/(防火対象物数)による。(建物1000件あたり)

表2 建築構造の分類

	本研究での分類	火災報告での分類
建築構造	木質系建築物	木造建築物
		防火構造建築物
	非木質系建築物	準耐火建築物(木造)
		準耐火建築物(非木造)

べて少ない。「非木質系」では、焼損床面積 1 m²以下が約 75%、10 m²以下が約 80%と差が少ない。また、焼損床面積約 100 m²で約 100%に到達しており、火災が発生した場合、1 住戸を超えて延焼する可能性は少ないことが確認できる。建物用途上、住戸ごとの間仕切壁が存在し、1 住戸ごとの防火区画による火災拡大抑止効果が働いていることを示している。「木質系」では、焼損床面積 1 m²以下が約 60%である。「非木質系」のような燃え止まる特徴は見られず、1 住戸を超えて延焼する場合、焼損床面積は拡大しやすくなることが確認できる。火災件数が非常に多いが、戸数の多さとともに、台所や電熱器など火元となりやすい箇所が多く、また、滞在者数が少なく、広く目が行き届かないこともその原因と考えられる。

(3) 物品販売店舗等（図4）

いずれの建築構造も、焼損床面積の分布特性は「事務所」に類似しているが、焼損床面積が小さく収まる割合が高く、最大焼損床面積が大きくなる。「非木質系」では焼損床面積 1 m²以下が約 80%、10 m²以下が約 85%であり、100 m²以下が約 95%である。建物用途上、可燃物量は非常に多く、かつ連続しており燃え広がりやすい特徴を持つが、火災の初期段階での発見や、初期消火が成功していること

が推測される。しかし、最大焼損床面積までは緩やかに累積相対度数が上昇し、可燃物の連続性や防火区画あたりの床面積が大きいことが、この原因と考えられる。「木質系」では、焼損床面積 1 m^2 以下が約 50%、 10 m^2 以下が約 60%、 100 m^2 以下が約 80% であり、「非木質系」に比べて火災が拡大しやすい傾向がある。

(4) 病院等 (図 5)

建築構造による焼損床面積の分布特性の差が最も大きい。「非木質系」では、焼損床面積 1 m^2 以下が約 90%、 10 m^2 以下は約 95% であり、多くの火災が初期に消火されることが示されている。建物用途上、建築計画的に小さい部屋に区画されやすいこと、また、防火上主要な間仕切壁の設置や消防用設備等の設置が、焼損床面積拡大への抑止効果があることを示している。「木質系」は焼損床面積 1 m^2 以下が約 50%、 10 m^2 以下は約 60% であり、「非木質系」に比べて火災時の安全性は大きく劣る。空間の大きさが「非木質系」と同様でも、各部材が木質系であることにより、燃え拡がりやすいものとなっていることが示されている。

(5) 工場等 (図 6)

建築構造の差が、他用途に比べて、焼損床面積が大きい範囲では少なく、累積相対度数約 95% の焼損床面積もほぼ同様 (約 500 m^2) である。いずれのグラフも類似形状で、焼損床面積の拡大傾向が同様である。空間が一体的であるという特性が焼損床面積の分布傾向に影響していると考えられる。「非木質系」で焼損床面積 1 m^2 以下となる割合は、分析した 5 防火対象物のなかで最も低く約 70%、「木質系」は約 40% である。

4.2 建物用途間の比較

「共同住宅等」は「非木質系」で焼損床面積約 100 m^2 で累積相対度数が約 100% で、これ以降のプロットは水平となるが、同用途の「木質系」と他の用途ではこの傾向は見られず、概ね類似である。

「非木質系」では、「病院等」のプロットが最も上側に位置し、出火した場合、最も燃え拡がりにくい。焼損床面積 1 m^2 以下の場合「事務所」「工場等」がほぼ同じく約 40% であるが、「工場等」のほうが緩やかに 100% まで到達し、「工場等」が最も火災拡大しやすい。

「木質系」は、「共同住宅等」のプロットが最も上側で、小規模な火災に収まる傾向だが、累積相対度数 100% 近くで焼損床面積は拡大する場合も多く、「病院等」が最も小さい焼損床面積で収まる。

5 累積相対度数の代表値 α 、 β の提案

5.1 代表値 α 、 β の考え方

4 章で整理した焼損床面積の累積相対度数分布は、焼損床面積の拡大傾向と、ばや程度に収まる火災の割合の全体像を概観するためには有効な手法であり、ある焼損床面積に収まる建物の割合などを知るために有効である^{注7)}。本章ではこれを発展させ、建物用途、建築構造、日常管理、消防用設備等の設置状況などが被害状況 (焼損床面積) に与える影響を定量化する方法の一つとして、上記のグラフに近似式を与える方法を提案する。この利点は、近似式の傾き (α) で焼損床面積の増加傾向、切片 (β) は焼損床面積 1 m^2 のときになり^{注8)}、ばや程度に収まる割合が把握できることである。

回帰式は簡潔な表現であること (係数や変数が少ない) を重視し、累積相対度数グラフとの適応状況も考慮し、対数回帰 ($y = \alpha \ln(x) + \beta$) とした。図 7 に示す方法で^{注9)}、図 2～図 6 の回帰式を求めた

図 2 焼損床面積の累積相対度数 (事務所)

図 3 焼損床面積の累積相対度数 (共同住宅等)

図 4 焼損床面積の累積相対度数 (物品販売店舗等)

図 5 焼損床面積の累積相対度数 (病院等)

図 6 焼損床面積の累積相対度数 (工場等)

結果を表3に示す。

5.2 建物用途ごとの焼損床面積の傾向

表1に示す防火対象物すべての建築構造別の対数回帰を求めた。概ね決定係数は0.8以上であり、対数回帰がよく適合している。

回帰式の係数 α と係数 β の値を、X軸、Y軸の値として防火対象物ごと・建築構造ごとにプロットしたものが図8(「木質系」)・図9(「非木質系」)である(プロット横の数字は表1を参照)。

建築構造で顕著な違いがあり、「木質系」は係数 α 、係数 β ともに広く分布するが、「非木質系」は数種の防火対象物を除き、係数 β が大きく係数 α が小さい領域に集中する。「非木質系」の耐火性能の高さが焼損床面積の拡大を抑止する効果を実際の火災データを用いて確認できた。図8、図9の各プロットの係数 α と係数 β の相関係数は、-0.96(「木質系」)、-0.87(「非木質系」)であり^{注10)}、係数 α や係数 β が同一である場合、用途間の焼損床面積分布の差は建築構造による差はほとんどない。

広い空間を必要とする「倉庫」(23番)は、いずれの建築構造も最も下側(係数 β の値が小さい)に位置するが、「非木質系」は係数 β が約0.4(40%)、「木質系」が約0.1で差が大きい。ばや程度に収まる火災の多さの指標となる係数 β は、建築構造によらず同程度であるのが本来の姿と考えられ、初期消火や初期展炎防止のための消防用設備等により、抑止効果を高める余地があることを示している。

小さい単位空間を必要とする「病院等」(10番)、「社会福祉施設等」(11番)、「幼稚園等」(12番)などのプロットは「木質系」「非木質系」とともに上側(係数 β の値が大きい)に位置し、いずれの建築構造においても、区画小単位化の損害抑止効果と法規制による効果があることを示している。また、「木質系」では「共同住宅等」(9番)も β の値が大きく、火災に弱い構造であっても小区画化が効果があることを示している。

「文化財」(32番)と「神社・寺院等」(18番)は同じ「木質系」で建築形態も類似が多いが、係数 β がそれぞれ0.60と0.20で差が大きい。建築構造以外の防火対策の差により生じたと考えられる。

「料理店等」(5番)、「共同住宅等」(9番)などの係数 β の値は建築構造による差が少なく、建築構造による耐火性能の差を、建築構造以外の対策で高めていると考えられる。

5.3 日常管理・設備等の焼損床面積への影響

5.2では、建物の火災損害として焼損床面積の特性を、建物用途ごとに検討した。本節では、「非木質系」の建物について、日常管理等の状況と消防用設備等の設置状況が建物の焼損床面積に与える影響を分析する。方法は5.2と同様である。ここでは、火災報告の記載項目のうち、火災拡大抑止に影響を与える日常管理や消防用設備等の状況として、表4に示す項目について検討した。これらに関して、法規上設置など要しない場合は「非該当」に分類されるが、「非該当」の少ない項目は、「防火管理者の選任」「消防計画書の作成」「消火訓練の実施」「消火器具の設置」「屋内消火栓の設置」「自動火災報知設備の設置」であった。また、各項目において「選任」等の有無で項目間の相関係数を計算したところ、「防火管理者」「消防計画書」の相関が非常に強く、これらは「防火管理者」で代表できるものと考えた。また、「消火器具」は非常に多くの建物で設置されており、また使用されやすい設備であるため、火災拡大に与える影響の差が少ないと考えられる。したがって、本章では、日常管理とし

図7 累積相対度数分布と回帰式の関係^(注7)

表3 回帰式例

		木質系	非木質系
(05)ロ	共同住宅等	$y = 0.07\text{Ln}(x) + 0.59$ $R^2 = 0.93$	$y = 0.05\text{Ln}(x) + 0.74$ $R^2 = 0.90$
(06)イ	病院等	$y = 0.07\text{Ln}(x) + 0.52$ $R^2 = 0.94$	$y = 0.01\text{Ln}(x) + 0.93$ $R^2 = 0.94$
(12)イ	工場・作業場	$y = 0.10\text{Ln}(x) + 0.27$ $R^2 = 0.92$	$y = 0.05\text{Ln}(x) + 0.66$ $R^2 = 0.93$
(04)	物品販売店舗等	$y = 0.09\text{Ln}(x) + 0.41$ $R^2 = 0.92$	$y = 0.03\text{Ln}(x) + 0.79$ $R^2 = 0.96$
(15)	事務所	$y = 0.11\text{Ln}(x) + 0.33$ $R^2 = 0.93$	$y = 0.05\text{Ln}(x) + 0.71$ $R^2 = 0.96$

(R^2 : 決定係数)

図8 回帰式の係数 α と係数 β (防火対象物ごと: 木質系)
プロット横の数字は表1参照

図9 回帰式の係数 α と係数 β (防火対象物ごと: 非木質系)
プロット横の数字は表1参照

て「防火管理者の選任」「消火訓練の実施」、消防用設備等として「屋内消火栓の設置」「自動火災報知設備の設置」を代表させた。また、各項目に関して火災報告に記載される分類は表4の「火災報告」欄によるが、選任の有無・設置の有無・使用の有無などを明確にするため、「本研究」欄のように選択肢を集約して分析した。

係数 α と係数 β の値をそれぞれX軸、Y軸の値としてグラフ上にプロットしたものが、「事務所」(図10)、「共同住宅等」(図11)、「物

品販売店舗等」(図12)、「病院等」(図13)、「工場等」(図14)である。また、それぞれにおいて、「防火管理者の選任」(a)、「消火訓練の実施」(b)、「屋内消火栓の設置」(c)、「自動火災報知設備の設置」(d)で示している。これらの図で、設備等の状況によらず「非木質系」全体としてのプロット(×印)を以下では「基準位置」とした。

(1) 防火管理者の選任

全体的な傾向は、「共同住宅等」は α 、 β ともに非常に狭い範囲で、「工場等」も同様である。「事務所」は α 、 β ともに広い範囲である。「病院等」「物品販売店舗等」は中間の傾向である。

「事務所」は、「非該当」は β が0.59と最も低く、その他は約0.9と高い。「選任」と「未選任」では α 、 β ともに差がほとんど無いが、「該当」と「非該当」では、「該当」の β が0.28高い。防火管理者の選任要件は滞在者人数であり、「事務所」は就業時間内は常に一定以上の人数が滞在しているため、防火管理者の選任の有無よりも常に人が滞在していることの重要性が示されていると考えられる。

「共同住宅等」は、 β はいずれの場合もほぼ同様で約0.73である。また α もほぼ同様で約0.05である。「共同住宅等」は各住戸ごと独立した性格が非常に強いので、防火管理者の選任有無の影響は非常に低いことが考えられる。

「物品販売店舗等」は、「選任」は β が0.86と最も高く、「未選任」が0.62と最も低い。「該当」は0.81と「非該当」は0.71であり、建物規模よりも選任の有無の影響が大きい。「物品販売店舗等」は床面積も広く、従業員一人あたりの床面積も広いので、防火管理者を選任し、従業員の防火意識などの啓蒙を行うことが重要であることを示している。

「病院等」は、「非該当」は β が0.78と最も小さく、その他は約0.95と高い。「病院等」は各病室や執務室など独立した小規模な室が多いことは「共同住宅等」と類似であるが、「病院等」の各室の使用状況は一体となっている場合が多く、また、火災発見や初期消火は従業員に依存することになり、防火管理者を選任して管理を統括することが重要であることを示している。

「工場等」は、「該当」「選任」は β が0.76、「未選任」が0.70、「非

表4 日常管理・設備等の状況の項目

項目	分類		項目	分類	
	本研究	火災報告		本研究	火災報告
「防火管理者」 選任状況	非該当	非該当	「適マーク」 交付状況	—	非該当
	選任	選任(届出済)		—	交付あり
		選任(未届出)			交付なし
		一部未選任			—
「消防計画」 作成状況	—	未選任	「防災物品」 使用状況	—	非該当
		非該当			義務あり(未使用)
		作成(選任・内容適正・届出済)			義務あり(一部使用)
		作成(選任・内容適正・未届出)			義務あり(全部使用)
		作成(選任・内容不適正・届出済)			義務なし(一部使用)
		作成(選任・内容不適正・未届出)			義務なし(全部使用)
		未作成(権原複数・一部未作成)			義務あり(不明)
		未作成(選任済)			—
「消火訓練」 実施状況	実施	非該当	消防用設備等の設置状況	使用	非該当
		実施(2回以上)			「消火器具」
		実施(1回のみ)			「屋内消火栓設備」
		実施(管理権原複数)			「スプリンクラー設備」
		実施(権原複数・1回のみ)			「水噴霧設備等」
		実施(権原複数・一部含まない)			「屋外消火栓設備」
		実施(1回のみ・権原複数・一部含まない)			「動力消防ポンプ設備」
		実施(1回のみ・権原複数・一部含まない)			「自動火災報知設備」
		実施(1回のみ・権原複数・一部含まない)			「漏電火災警報器」
		全く実施していない			「非常警報器具・設備」
「共同防火管理」 実施状況	—	非該当		設置せず	「消防用水」
		協議事項制定・共同防火管理実施			「連結送水管」
		協議事項制定・共同防火管理一部不備			「連結散水設備」
		全く行われていない			—

該当」が0.59である。「該当」と「非該当」の差が大きいことは、「工場等」は面積が大きく、作業エリアの構成も複雑であるため、ある程度の人数の滞在が重要であること、また、「選任」と「未選任」の差もあることから、防火管理者による従業員の管理の必要性も示されている。

(2) 消火訓練の実施

全体的な傾向は、防火管理者の選任状況と類似である。

「事務所」は、「非該当」は β が0.59と最も低く、「実施」が0.91と最も大きい。 β は、全体平均値0.71から幅広く分布している。訓練を実施した場合は、しない場合に比べて拡大被害を示す α が0.05程度小さい。「非該当」の建物グループでは、 β が他の区分に比べて0.3程度小さくなり、拡大被害発生の危険が高い。建物の規模などで「該当」「非該当」を定めている現行の規定の弱点が伺われる。 α も、「非該当」の値が他の区分に比べて非常に大きい、これは防火区画の大きさに制限があることによるものと推察できる。

「共同住宅等」は、 β の全体平均は0.74であり、「該当、非該当」、「実施、実施せず」の各区分での平均 β との差もあまり大きくない。しかし、「該当、実施」の区分の方が1~2%程度大きな値を示しており、これらの区分は被害を抑える効果があるといえる。一方、いずれの区分の α も0.05~0.06の範囲にあり、全体平均からの差も小さい。空間規模が概ね100㎡以下と小さく区分されていることや、仮に消火訓練が必要で訓練を実施している建物であっても、実際に訓練の経験者はすべての住宅居住者ではないことなどと推察する。

「物品販売店舗等」の α は0.03、 β は0.8程度である。 β に着目すると「該当」と「非該当」の差は0.1、「実施」と「実施せず」の差では0.2である。消火訓練を必要とする建物とすることや、消火訓練を実施させることが β を大きくすることに大きな意味を持つことがわかる。一方 α は、「非該当」や「実施せず」の2区分が大きな値を示す。この用途を含めて、本章で分析している用途では、一般的に空間の大きさが防火区画の規模などの規制により火災発生区画の大きさに限度があることに、これらの原因は帰着すると推察する。

「病院等」は、過去の火災事故を教訓として火災安全対策を強化・

図 10 事務所

図 11 共同住宅等

図 12 物品販売店舗等

図 13 病院等

図 14 工場等

遡及した用途である。その効果が現われ、全体平均の β は0.93と他用途に比べて大きい。ここで「非該当」を除いたそれぞれの β は全体平均よりも大きな値を示し、安全側にある。しかし、「非該当」の β は0.76（「共同住宅等」の全体平均 β と同程度）を示すことに着目すると、「非該当」の対象であることで、関係者の防火管理意識の低下が表われている。一方、「非該当」の α は0.04とそれ以外の値の0.01に比べて大きな値を示す。これは「該当」「非該当」いずれも用途として要求される単位空間の規模（病室の大きさは概ね一定）に大差がなく、それが焼け止まりとなるため、 β の小さい「非該当」では、結果として α が大きくなると考えられる。「病院等」では β が重要な管理尺度といえる。

「工場等」は、全体平均の α は0.03、 β は0.66である。「非該当」の割合が多いためか、全体の平均値は「非該当」に近づいている。

「該当」や訓練の有無の β は0.75近辺に散布している。 α は、「該当」「実施」が0.03、「非該当」「実施せず」が0.06程度である。

（3）屋内消火栓の設置

全体的な傾向は、「事務所」「共同住宅等」は α 、 β ともに広い範囲に拡がり、「病院等」「工場等」は狭い範囲であり、「物品販売店舗等」はそれらの中間の傾向を持つ。

「事務所」は、「非該当」は β が0.65と最も低く、次いで「設置無」の0.69である。これらは「設置有」の0.89と差が大きい。「設置無」は設置義務があるが設置していない建物群であり、適切な消火設備を設置することの重要性を示している。また、設置していない場合でも、火災の拡大傾向を示す α が、「設置無」のほうが「非該当」より大きく、「非該当」は小規模であるがゆえの小区画化により火災拡大が抑えられている可能性がある。「使用有」と「使用無」では、「使用有」のほうが β が大きい。「事務所」では「屋内消火栓」を設置している場合、「消火器具」も設置しているため、「屋内消火栓」を使用する以前に消火できたケースと推測される。「屋内消火栓」は使用までの準備に時間がかかり、操作に習熟していないことも推測され、ごく小規模な焼損範囲に収める場合は、「屋内消火栓」の効果は低いことを示している。

「共同住宅等」は、「使用有」の β が最も低い。これは、「共同住宅等」では住戸内に「屋内消火栓」は設置されてなく、住戸から出火した場合の初期火災時での使用が困難であること、住戸内で出火し消火器具による初期消火が達成できなかった場合には、一住戸内広範に拡大する可能性があることによると考えられる。「非該当」と「設置無」はいずれも設置していない建物であり、また、火災の状況も類似しており、「屋内消火栓」の効果は、建物規模（「非該当」は建物規模が小さい）に関わらずほぼ同じであることが推測できる。

「物品販売店舗等」は、「事務所」「共同住宅等」に比べて、ぼや等狭い範囲で火災が収まる傾向（ β の値）が大きく、拡大しにくい傾向（ α の値）がある。「非該当」が最も β が小さく、「使用有」は β が大きく、「使用無」と「使用有」の差が小さい。「物品販売店舗等」では、比較的初期の火災の時点で「屋内消火栓」が使用されて火災拡大抑止への有効性が示されている。

「病院等」は、各プロットが他の用途に比べて最も左上に集まり、「屋内消火栓」の設置や使用状況の違いで火災拡大に影響を与える傾向はない。「使用有」と「非該当」の β はほぼ同じであるが、「使用有」は α が大きい。これは、ぼや程度に収まる割合はほぼ同じで

あるが、「屋内消火栓」を使用したことにより、火災拡大が抑えられたことを示している。また、「使用無」の場合は、 β が0.97と非常に高く、「屋内消火栓」使用まで至らない規模の火災の場合、初期消火が成功している場合が非常に高いことを示している。

「工場等」は、大きく2つの群にプロットが分けられる。「非該当」「設置無」は β が小さく、「使用有」「使用無」は β が大きい。前者は、火災が発生した場所でも使用されていない場合であり、「使用有」の β が大きいことは、「工場等」の火災では「屋内消火栓」の設置は火災拡大に非常に効果が高いことを示している。

（4）自動火災報知設備の設置

全体的な傾向は、「病院等」は α 、 β ともに狭い範囲であり、その他の用途は広く分布している。

「事務所」は、「非該当」は β が0.56と最も小さく、その他は0.87前後であり、差が大きい。「非該当」は設置義務の無い小規模建物であり、延床面積の大小による設置規定の弊害が現われている。

「共同住宅等」は、「設置無」の β が0.60と最も小さく、次いで「非該当」の0.69である。自動火災報知設備は火災初期の迅速な対応に重要であり、ここでも延床面積の大小で設置規定があることの弊害が現われている。最も大きい値は「使用無」の0.87であるが、これは、自動火災報知設備による感知以前に居住者が発見し消火できたものと考えられる。「使用有」は「設置無」よりも β が0.16高く、仮に、「設置無」の建物に設置されていた場合、小規模火災で収まった可能性が高いことが推測できる。

「物品販売店舗等」は、 β が「設置無」（0.32）、「非該当」（0.37）と低く、設置していないことの問題点が現われている。「使用」の β は「設置無」の約2倍大きく、設置されていれば火災拡大は防ぐことができた可能性がある。火災の拡大しやすさを示す α は、「非該当」（0.10）、「設置無」（0.07）であり、 β はほぼ同じである。これは、「設置無」のほうが焼損床面積が拡大しやすいことを示しており、設置義務がある延床面積の大きい建物の場合、設置していないことの危険性が現われている。

「病院等」は、いずれのプロットも他の用途に比べて最も左上に集まっている。「非該当」の β が最も小さく、病院などのように延床面積が広く、入院患者の対応など複雑な業務を必要とする用途では、入院患者などの安全性も考えると、建物規模で設備の設置の有無を規定することは、大いに問題があるといえる。

「工場等」は、 β は「非該当」（0.20）と小さく、「使用」（0.52）と大きい。建物規模による設置義務の有無の問題点が示されている。 α は「非該当」（0.12）、「設置無」（0.09）であり、これらの β は近い値である。「物品販売店舗等」と同様に、設置義務のある大規模な建物で設置していないことの問題点が現われている。

7 全体の考察

建築物の火災損害を示す指標として焼損床面積を使用した。焼損床面積の拡大は様々な要因の影響を受けるが、その傾向は防火対象物の種類と建築構造で大きく異なることを示した。

損害拡大を抑止するためには、建築的な防火対策の一つである小区画化が有効であることが確認できた。小区画化ができない用途では、その他の防火対策（日常管理や消防用設備等）によって損害拡大を防ぐことが考えられる。

次いで、日常管理や消防設備等が焼損床面積の傾向に与える影響を分析するために、焼損床面積の累積相対度数グラフを対数回帰した近似式の傾き(α)と切片(β)を代表値として提案した。「選任」「使用」等の場合に、必ずしも β の値が小さくなるわけではなく、「設置無」や「使用無」とあわせて比較検討し、当該用途建物、その設備等の有効性があるか否かを判断することが重要である。

また、「非該当(法令の設置対象外で設置なし)」については、法的に設置や使用の義務がない建物グループも設置の必要がない訳ではなく、設置により損害を減らすことができるものと考えられる。

最も身近で火災件数も多い「共同住宅等」は、他の用途に比べ、「非木質系」のほぼ全ての火災事例の最大焼損床面積が、概ね1住戸である特徴を持つ。これは、防火区画の重要性とともに、防火区画が有効に働くこと(扉等が開放されていない)の重要性も示しており、防火戸の閉鎖障害防止なども含めた日常管理の徹底が火災拡大抑止に有効であることを示している。

8 まとめ

防火対象物区分、建築構造、日常管理や消防用設備等の状況別に作成した焼損床面積の累積相対度数分布を、回帰式の係数を用いて比較することにより、火災の拡大や抑制に影響する項目と影響の大きさを分析した。本研究の結果は、建物用途、建築構造、日常管理の状況、消防用設備等の状況がわかれば、当該建物の火災拡大傾向やばや程度で収まる割合の概要を簡易に把握できる。これは α と β という2つの指標で示すことができ、当該建物に関わる様々な分野の人の共通尺度として理解されやすいものであり、また、既存建物の火災安全性把握だけでなく設計段階でその建物に必要とされる日常管理や消防用設備等の検討も可能であり、火災安全性を事前に把握するツールとして提案できる。

謝辞

本研究の取りかかりとなった分析は、鈴木恵子氏(独立行政法人消防研究所)との共同研究によるものであり、ここに感謝の意を表します。

注

- 注1) 火災報告: 消防法第24条、消防組織法第22条による。
- 注2) 入手データは1995年～2002年だが、1995年は阪神淡路大震災のデータも入っており、日常災害としての火災リスクを検討する本論文の正確性を損なう可能性があるため、1996年～2002年とした。
- 注3) 防災行政研究会「火災報告取扱要領ハンドブック」に基づいて分類している。
- 注4) 回帰式については、直線、対数、指数、べき乗、分数、ロジスティック、ゴンベルク、二次関数について決定係数を調べたが、対数とべき乗がほぼ同様の最も高い値が得られた(表3に示すように0.90から0.96)。最終的には、本研究の主要対象である非木質系建物の場合に決定係数が高かった対数を採用した。
- 注5) 焼損床面積(横軸)は対数表示したため、焼損床面積0㎡は0.1㎡と置き換えて図示した。
- 注6) 火災報告の分類では「その他の建築物」もあるが、耐火性が不明確なため分析精度への影響を考慮し、本研究では扱わない。
- 注7) たとえば、焼損床面積100㎡以下に収まる場合の建物数の割合を知り

たいときなど。

- 注8) 横軸は対数軸となるため。
- 注9) 図7において、上側のグラフは係数 β の値が大きく、焼損床面積が小さく収まる場合が多いことを示している。一方、下側のグラフは、係数 β の値が小さく、焼損床面積が大きくなる場合が多いことを示す。回帰式の係数 β ($x=1$ ($\ln(1)=0$)のときの y の値)が大きいか、焼損床面積が0㎡や1㎡などで収まる割合が多いことを示す。回帰式の係数 α は累積相対度数の増加の程度を意味し、 β の値が同一ならば、値が大きいか狭い焼損面積で収まりやすいことを示す。
- 注10) 非木質系では、「航空機格納庫」のみ他のプロットと大きく外れており、火災件数も少ないため相関係数を求める際は除外した。

参考文献

- 1) 関沢愛: 住宅火災の初期拡大危険の分析, 火災, Vol.27, No.6(111), 1997年
- 2) 関沢愛: 木造住宅における火災拡大危険の要因分析, 日本建築学会論文報告集, 第284号, 1979年
- 3) 水野智之: 火災統計にみた建物規模別・構造別火災損害について, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2分冊, pp.281-282, 2005
- 4) 鈴木恵子: 火災統計からみた防災物品の状況と火災による損失に与える影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2分冊, pp.279-280, 2005
- 5) 村井裕樹・鈴木恵子・栗岡均・志田弘二・佐藤博臣: 焼損面積の分布特性に関する考察—防火対策の火災損害抑止効果に関する統計分析(その1), 日本火災学会研究発表会概要集, pp.336-339, 2003
- 6) 鈴木恵子・村井裕樹・栗岡均・佐藤博臣・志田弘二: 焼損面積へ影響する日常管理・消防用設備等の要因分析—防火対策の火災損害抑止効果に関する統計分析(その2), 日本火災学会研究発表会概要集, pp.340-343, 2003
- 7) 村井裕樹・志田弘二・鈴木恵子・栗岡均・佐藤博臣: 焼損面積の分布特性値の提案—防火対策の火災損害抑止効果に関する統計分析(その1), 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2分冊, pp.199-200, 2003
- 8) 志田弘二・村井裕樹・鈴木恵子・栗岡均・佐藤博臣: 焼損面積の分布特性に影響する日常管理・消防用設備等の要因分析—防火対策の火災損害抑止効果に関する統計分析(その2), 日本建築学会大会学術講演梗概集, A-2分冊, pp.201-202, 2003
- 9) 野崎洋之・小林裕: 統計データに基づく火災リスク評価手法について(その1) 火災リスク評価手法の全体構成と火災の発生確率, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.350-351, 2004
- 10) 野崎洋之・小林裕: 統計データに基づく火災リスク評価手法について(その2) 火災リスク曲線の定式化法の提案, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.352-353, 2004
- 11) 村井裕樹・佐藤博臣・栗岡均・志田弘二: 日常管理・消防用設備の充実度と焼損面積の関係, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.118-121, 2005
- 12) 小林裕・野崎洋之: 統計データに基づく火災リスク評価手法について(その3) 建物規模別の火災リスクの比較, 日本火災学会研究発表会概要集, pp.108-111, 2005

(2005年10月8日原稿受理, 2006年3月2日採用決定)